

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-338671

(43)Date of publication of application : 07.12.2001

(51)Int.Cl.

H01M 8/04
H01M 8/06
// H01M 8/10

(21)Application number : 2001-065160

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 08.03.2001

(72)Inventor : UEDA KENICHIRO
KOBAYASHI TOMOKI
SAITO KATSUMI

(30)Priority

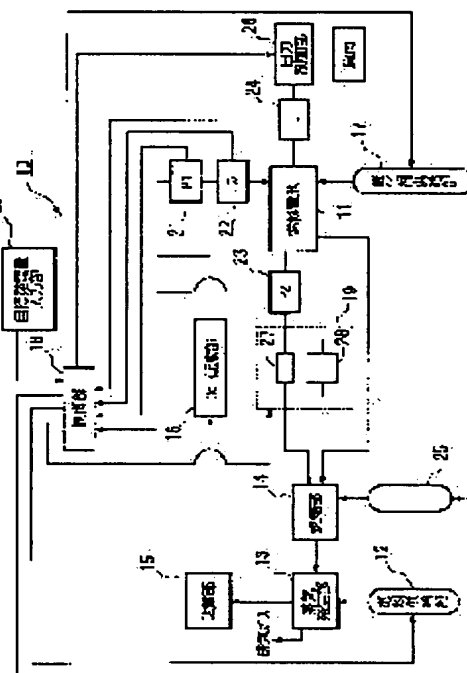
Priority number : 2000085293 Priority date : 24.03.2000 Priority country : JP

(54) CONTROLLER FOR FUEL CELL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To control pressure flow rate characteristics of a fuel supplied to a fuel cell with sufficient accuracy.

SOLUTION: A control equipment 10 of a fuel cell is constituted with a fuel cell 11, a fuel supply section 12, a steam generating section 13, a combustion section 14, a reforming section 15, a CO reduction section 16, an oxidizer supply section 17, a control section 18, a discharge fuel flow rate control section 19, a reforming fuel pressure detecting device 21, a reforming fuel flow rate detecting device 22, a discharge fuel pressure detecting device 23, and a power generation current detecting device 24. The discharge fuel flow rate control section 19 is composed of a plurality of for example, two small flow rate bulbs 27 and a large flow rate bulb 28 with different pressure flow-rate characteristics arranged in parallel. A signal from the reforming fuel pressure detecting element 21 which detects a pressure P1 of the reforming fuel, a signal from the reforming fuel flow rate detecting element 22 which detects a flow rate Q of the reforming fuel, a signal from the discharge fuel pressure detecting element 23 which detects a pressure P2 of the discharge fuel, and a signal from the power generation current detecting element 24 which detects power generation current 1 are inputted into the control section 18.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than

the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-338671

(P2001-338671A)

(43)公開日 平成13年12月7日(2001.12.7)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

デマコト*(参考)

H 0 1 M 8/04

H 0 1 M 8/04

P

8/06

8/06

A

// H 0 1 M 8/10

8/10

C

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願2001-65160(P2001-65160)

(22)出願日 平成13年3月8日(2001.3.8)

(31)優先権主張番号 特願2000-85293(P2000-85293)

(32)優先日 平成12年3月24日(2000.3.24)

(33)優先権主張国 日本(J P)

(71)出願人 000003326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72)発明者 上田 健一郎

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

(72)発明者 小林 知樹

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

(72)発明者 斎藤 勝美

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

(74)代理人 100064908

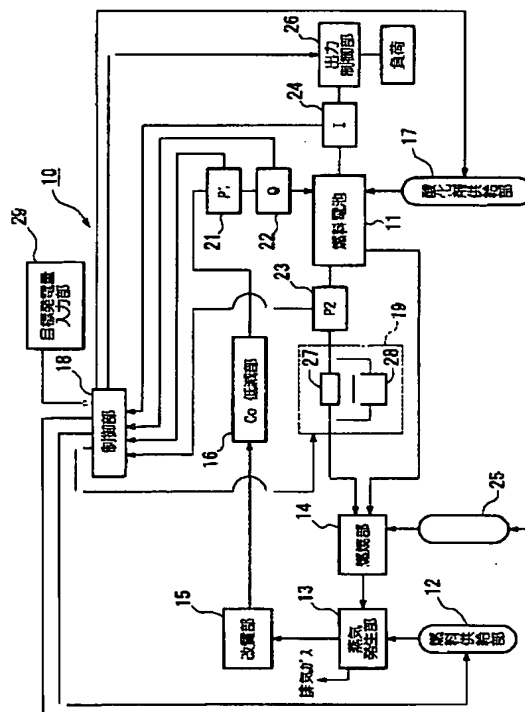
弁理士 志賀 正武 (外5名)

(54)【発明の名称】 燃料電池の制御装置

(57)【要約】

【課題】 燃料電池に供給される燃料の圧力流量特性を精度良く制御する。

【解決手段】 燃料電池の制御装置10を、燃料電池11と、燃料供給部12と、蒸気発生部13と、燃焼部14と、改質部15と、CO低減部16と、酸化剤供給部17と、制御部18と、排出燃料流量制御部19と、改質燃料圧力検出器21と、改質燃料流量検出器22と、排出燃料圧力検出器23と、発電電流検出器24を備えて構成した。排出燃料流量制御部19は、圧力流量特性が異なる複数、例えば2つの小流量バルブ27と大流量バルブ28とを並列に配置して構成した。制御部18には、改質燃料の圧力P1を検出する改質燃料圧力検出器21からの信号と、改質燃料の流量Qを検出する改質燃料流量検出器22からの信号と、排出燃料の圧力P2を検出する排出燃料圧力検出器23からの信号と、発電電流Iを検出する発電電流検出器24からの信号とを入力した。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料電池に反応ガスを供給する反応ガス供給手段と、

前記燃料電池から排出される排出反応ガスの出口部に互いに並列に配置され、所定の開弁幅の開弁ステップ数によりステップ状に弁開度を変更する第1の制御弁及び第2の制御弁とを備え、

前記排出反応ガスの流量が所定の値までは前記第2の制御弁を制御し、

前記排出反応ガスの流量が前記所定の値を超えた場合に、前記第1の制御弁を、前記反応ガス又は前記排出反応ガスの圧力流量特性の目標値に基づいてフィードフォワード制御すると共に、前記第2の制御弁を、前記反応ガス又は前記排出反応ガスの圧力流量特性の検出値に基づいてフィードバック制御することを特徴とする燃料電池の制御装置。

【請求項2】 前記制御手段は、前記排出反応ガスの圧力流量特性の目標値に応じた前記第1の制御弁の弁開度を、前記第2の制御弁の弁開度が所定開度の状態での、前記第1の制御弁の弁開度に応じて変化する前記圧力流量特性から選択し、

前記第1の制御弁に対する前記開弁ステップ数を、前記第1の制御弁の弁開度に対する所定の近似値を満たす整数値とし、

前記第1の制御弁の弁開度と、前記所定の近似値との差分を、前記第2の制御弁のフィードバック制御により補正することを特徴とする請求項1に記載の燃料電池の制御装置。

【請求項3】 前記燃料電池のカソード側に供給される前記反応ガスは、加圧手段により加圧された空気であることを特徴とする請求項1または請求項2の何れかに記載の燃料電池の制御装置。

【請求項4】 前記燃料電池のアノード側に供給される前記反応ガスは、燃料を改質して水素リッチな改質燃料を生成する燃料改質手段により生成された前記改質燃料であることを特徴とする請求項1から請求項3の何れかに記載の燃料電池の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば改質器を備えた燃料電池に供給される反応ガスの圧力流量特性を制御する燃料電池の制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、固体高分子膜型燃料電池は、固体高分子電解質膜をアノードとカソードとで両側から挟み込んで形成されたセルに対し、複数のセルを積層して構成されたスタック（以下において燃料電池と呼ぶ）を備えており、アノードに燃料として水素が供給され、カソードに酸化剤として空気が供給されて、アノードで触媒反応により発生した水素イオンが、固体高分子電解質膜

を通過してカソードまで移動して、カソードで酸素と電気化学反応を起こして発電するようになっている。ここで、例えばメタノール等のアルコール系化合物や、ガソリン等の炭化水素系化合物等を原燃料として使用して、これらの原燃料を改質して水素リッチな改質燃料を生成する改質器を備えた燃料電池装置として、例えば特開平11-329472号公報に開示された燃料電池装置が知られている。このような燃料電池装置では、燃料電池から排出される排出燃料に対して圧力流量制御弁が備えられており、燃料電池のカソード側に対するアノード側の圧力を所定圧に設定して所定の発電効率を確保すると共に、燃料電池に供給される燃料の流量を制御することで所定の出力が得られるように設定されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記従来技術の一例による燃料電池装置においては、排出燃料に対する圧力流量制御弁を制御する際に、例えばアナログ制御すると、弁開度を連続的に変化させることができるが、安定に制御することが難しく、応答性を高めることができないという問題がある。また、例えば一つの圧力流量制御弁のみが備えられている場合に、例えばステッピングモータ等により駆動してデジタル制御を行うと、1ステップ当たりの開弁幅は固定となるため、燃料電池の低出力側から高出力側に至る広範な流量範囲の全域で、圧力流量特性を精度良く制御することが難しいという問題がある。本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、広範な出力範囲に亘って、燃料電池に供給される反応ガスの圧力流量特性を精度良く制御することが可能な燃料電池の制御装置を提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決して係る目的を達成するために、請求項1に記載の本発明の燃料電池の制御装置は、燃料電池（例えば、後述する実施の形態における燃料電池11）に反応ガス（例えば、後述する実施の形態における燃料または酸化剤）を供給する反応ガス供給手段（例えば、後述する実施の形態における燃料供給部12または酸化剤供給部17）と、前記燃料電池から排出される排出反応ガス（例えば、後述する実施の形態における排出燃料または排出酸化剤）の出口部に互いに並列に配置され、所定の開弁幅の開弁ステップ数によりステップ状に弁開度（例えば、後述する実施の形態においてはバルブ開度）を変更する第1の制御弁（例えば、後述する実施の形態においては高流量バルブ28）及び第2の制御弁とを備え、前記排出反応ガスの流量が所定の値までは前記第2の制御弁（例えば、後述する実施の形態においては小流量バルブ27）を制御し、前記排出反応ガスの流量が前記所定の値を超えた場合に、前記第1の制御弁を、前記反応ガス又は前記排出反応ガスの圧力流量特性の目標値（例えば、後述する実施の形態においては目標作動圧、オフガスの流量Q1）

に基づいてフィードフォワード制御すると共に、前記第2の制御弁を、前記反応ガス又は前記排出反応ガスの圧力流量特性の検出値（例えば、後述する実施の形態における圧力P1および圧力P2および流量Q、または、圧力PAおよび流量QAおよび発電電流Iおよび温度TA）に基づいてフィードバック制御することを特徴としている。

【0005】上記構成の燃料電池の制御装置によれば、例えば排出反応ガスの低流量域においては、相対的に最大流量が小さな第2の制御弁のみを使用して制御を行うことができ、排出反応ガスの流量が増大した場合には、最大流量が大きな第1の制御弁に切り替えることで、広範な出力範囲の全域に亘って精度良く圧力流量制御を行うことができると共に、応答性を向上させることができる。この場合、例えば所定のステップ数のステップモータ等を両制御弁の駆動源とした場合に、1ステップ当たりの弁開度が大きな第1の制御弁はフィードフォワード制御し、1ステップ当たりの弁開度が小さな第2の制御弁はフィードバック制御する。そして、排出反応ガスの低流量域においては、第1の制御弁は全閉として、第2の制御弁のみで圧力流量特性を変更することで、応答に対する精度を向上させることができる。一方、排出反応ガスの高流量域においては、第1の制御弁のフィードフォワード制御によって、圧力流量特性を相対的に大きく変更して、さらに、このような大きな変更に対して、第2の制御弁によるフィードバック制御を組み合わせることで補正を加える。これにより、排出反応ガスの高流量域においても、応答に対する精度が低下することを防止することができる。

【0006】さらに、請求項2に記載の本発明の燃料電池の制御装置は、前記制御手段は、前記排出反応ガスの圧力流量特性の目標値に応じた前記第1の制御弁の弁開度（例えば、後述する実施の形態においては大流量バルブ28の開度SP LBS）を、前記第2の制御弁の弁開度が所定開度（例えば、後述する実施の形態においては小流量バルブ27の最大開度の1/2の開度）の状態での、前記第1の制御弁の弁開度に応じて変化する前記圧力流量特性（例えば、後述する実施の形態においてはマップMAP1）から選択し、前記第1の制御弁に対する前記開弁ステップ数を、前記第1の制御弁の弁開度に対する所定の近似値を満たす整数値とし、前記第1の制御弁の弁開度と、前記所定の近似値との差分（例えば、後述する実施の形態においては小数点以下の項）を、前記第2の制御弁のフィードバック制御により補正することを特徴としている。

【0007】上記構成の燃料電池の制御装置によれば、例えば排出反応ガスの高流量域においては、第2の制御弁の弁開度を、その最大開度に対する中間開度程度に設定することで、弁開度の増加減を調整可能としておき、1ステップ当たりの弁開度が大きな第1の制御弁による

制御に対して、第2の制御弁による補正を行うことができる。この場合、1ステップ当たりの弁開度が大きな第1の制御弁に対して、整数値のステップ数を設定した場合に得られる弁開度と、排出反応ガスの圧力流量特性の目標値に応じてマップ検索等により選択された弁開度との間に差異が生じる場合があるが、この差分は、1ステップ当たりの弁開度が相対的に小さな第2の制御弁により補正することができ、高い応答性を維持しつつ、高精度の制御を行うことができる。

【0008】さらに、請求項3に記載の本発明の燃料電池の制御装置では、前記燃料電池のカソード側に供給される前記反応ガスは、加圧手段（例えば、後述する実施の形態におけるエアコンプレッサ）により加圧された空気であることを特徴としている。上記構成の燃料電池の制御装置によれば、燃料電池の低出力側から高出力側に至る広範な流量範囲の全域で、燃料電池のカソード側に供給される空気の圧力流量特性を精度良く制御することができる。

【0009】さらに、請求項4に記載の本発明の燃料電池の制御装置では、前記燃料電池のアノード側に供給される前記反応ガスは、燃料を改質して水素リッチな改質燃料を生成する燃料改質手段（例えば、後述する実施の形態における改質部15）により生成された前記改質燃料であることを特徴としている。上記構成の燃料電池の制御装置によれば、燃料電池の低出力側から高出力側に至る広範な流量範囲の全域で、燃料電池のアノード側に供給される改質燃料の圧力流量特性を精度良く制御することができる。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態に係る燃料電池の制御装置について添付図面を参照しながら説明する。図1は本発明の一実施形態に係る燃料電池の制御装置10の構成図である。本実施の形態による燃料電池の制御装置10は、燃料電池11と、例えばメタノールと水の混合液等からなる液体燃料を供給する燃料供給部12と、液体燃料を蒸発させて燃料蒸気を生成する蒸気発生部13と、蒸気発生部13の暖気及び液体燃料の蒸発に利用される燃焼ガスを生成する燃焼部14と、燃料蒸気から水素リッチな改質燃料を生成する改質部15と、改質燃料中の一酸化炭素を選択的に酸化して除去するCO低減部16と、燃料電池11へ例えば空気等の酸化剤を供給する酸化剤供給部17と、制御部18と、排出燃料流量制御部19と、改質燃料圧力検出器21と、改質燃料流量検出器22と、排出燃料圧力検出器23と、発電電流検出器24と、補助燃料供給部25と、出力制御部26と、排出燃料流量制御部19に具備された小流量バルブ27および大流量バルブ28と、目標発電量入力部29とを備えて構成されている。

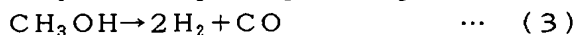
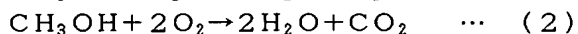
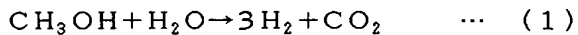
【0011】燃料電池11は、例えば固体ポリマーイオン交換膜等からなる固体高分子電解質膜をアノードとカ

ソードとで両側から挟み込んで形成されたセルに対し、複数のセルを積層して構成されたスタックからなり、燃料として例えば水素が供給される水素極と、酸化剤として例えば酸素を含む空気が供給される空気極とを備えている。そして、空気極及び燃料極には、供給された燃料及び酸化剤のうち、未反応の燃料及び酸化剤を外部へ排出するための排出口が設けられており、各排出口には燃焼部14へ至る配管が設けられている。

【0012】燃料供給部12は、例えばメタノール等のアルコール系化合物や、メタン、エタン、ガソリン等の炭化水素系化合物等からなる燃料と水とを、所定の比率で混合した混合液等の液体燃料を蒸気発生部13へ供給する。蒸気発生部13は、内部に液体燃料を供給するための例えばノズル等を備えており、このノズルから噴霧された液体燃料は燃焼部14から供給された燃焼ガスの熱により蒸発せられる。

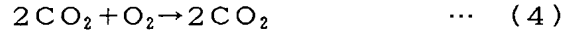
【0013】燃焼部14は、例えば、燃料電池11の燃料極から排出された未反応水素を含む排出燃料と、空気極から排出された未反応酸素を含む排出酸化剤とを導入するためのノズルと、排出燃料及び排出酸化剤の燃焼状態を持続するための燃焼用触媒と、着火源である例えば電気ヒータとを備えている。そして、排出燃料及び排出酸化剤の燃焼により生成された燃焼ガスを蒸気発生部13へ供給する。さらに、燃焼部14には補助燃料供給部25が備えられており、この補助燃料供給部25から供給される補助燃料を燃焼させることによって、燃焼部14を暖機すると共に、蒸気発生部13にて液体燃料の蒸発に利用される燃焼ガスを発生させる。

【0014】改質部15は、例えば改質触媒を備えており、この改質触媒により燃料蒸気から水素の含有率が高められた（水素リッチな）改質燃料が生成される。例えばメタノールと水の混合液からなる燃料蒸気の場合には、下記反応式(1)～(3)によって、水素、水、一酸化炭素を含む改質燃料が生成される。



反応式(1)は、メタノールと水による改質反応であり、燃料である水素が生成される。反応式(2)は、メタノールの酸化反応であり、吸熱反応である反応式(1)で必要とされる熱量を補給する。なお、反応式(3)は、不可避免的に発生するメタノールの分解反応であり、一酸化炭素が生成される。この一酸化炭素は、燃料電池11内に含まれる、例えばPt触媒等を被毒して発電効率を低下させると共に、燃料電池11の寿命を短くするため、CO低減部16にて除去する。

【0015】CO低減部16は、例えばPtやRu等からなる選択酸化触媒を備えており、下記反応式(4)によって、改質燃料に含まれている一酸化炭素を選択的に酸化して除去する。



そして、一酸化炭素の含有量が低減された改質燃料は、燃料電池11の燃料極へ供給される。

【0016】酸化剤供給部17は、例えばエアーコンプレッサー（図示略）を備えて構成され、制御部18からの制御信号に基づいて酸化剤としての酸素を含む空気等を加圧して、燃料電池11の空気極へ供給する。そして、燃料電池11では、改質燃料中の水素（燃料）と酸化剤（酸素）が電気化学反応を起こして発電が行われる。

【0017】制御部18は、例えば電気自動車等の車両におけるアクセルペダルの操作等に基づく発電要求に応じて、排出燃料流量制御部19における排出燃料の流量を制御する。このため、制御部18には、CO低減部16から燃料電池11に供給される改質燃料の圧力P1を検出する改質燃料圧力検出器21からの信号と、燃料電池11に供給される改質燃料の流量Qを検出する改質燃料流量検出器22からの信号と、燃料電池11から排出された排出燃料の圧力P2を検出する排出燃料圧力検出器23からの信号と、燃料電池11にて発生した発電電流Iを検出する発電電流検出器24からの信号と、目標発電量入力部29からの目標発電量の信号とが入力されている。そして、制御部18から、例えば燃料噴射指令値が燃料供給部12及び補助燃料供給部25へ出力され、発電電流指令値が、例えばDC-DCコンバータやインバータ等からなる出力制御部26に出力されて、負荷に対する出力制御に利用される。

【0018】排出燃料流量制御部19は、圧力流量特性が異なる複数、例えば2つの小流量バルブ27と大流量バルブ28とが並列に配置されて構成されている。両バルブ27、28は、例えばステッピングモータ等により駆動されて、所定開度のステップ状にバルブ開度を調整可能であり、例えば大流量バルブ28の1ステップ当たりのバルブ開度は、小流量バルブ27の最大バルブ開度よりも小さくなるように設定されている。そして、1ステップ当たりの弁開度が大きな粗調用圧力流量制御弁（つまり大流量バルブ28）はフィードフォワード制御し、1ステップ当たりの弁開度が小さな微調用圧力流量制御弁（つまり小流量バルブ27）は、例えばPID制御等のフィードバック制御する。ここで、排出燃料の低流量域においては、大流量バルブ28は全閉状態とされ、小流量バルブ27のみで圧力流量特性が変更される。一方、排出燃料の高流量域においては、大流量バルブ28のフィードフォワード制御により圧力流量特性が相対的に大きく変更され、さらに、この大流量バルブ28による大きな変更を補正するようにして小流量バルブ27がフィードバック制御される。

【0019】本実施の形態による燃料電池の制御装置10は上記構成を備えており、次に、この燃料電池の制御装置10の動作について添付図面を参照しながら説明す

る。図2は排出燃料流量制御部19に対する圧力流量制御の指令を算出する処理を示すフローチャートであり、図3は排出燃料流量制御部19の小流量バルブ27と大流量バルブ28を制御する処理を示すフローチャートであり、図4は燃料電池11から出力される発電電流と、アノード作動圧つまり圧損の変化を示すグラフ図であり、図5は排出燃料流量制御部19を通過する排出燃料の流量と、小流量バルブ27及び大流量バルブ28のバルブ開度との変化を示すグラフ図である。

【0020】先ず、図2に示すステップS01において、例えばアクセルペダルの操作量等に応じた目標発電電流値（つまり目標発電量）から燃料噴射量を算出して、この燃料噴射量を燃料噴射指令として、例えば燃料供給部12及び補助燃料供給部25へ出力する。また、ステップS02において、燃料噴射指令から発電電流指令を算出して、例えばDC-DCコンバータやインバータ等（図示略）に出力して、燃料電池11から出力される発電電流を制御する。

【0021】そして、ステップS03において、発電電流指令に基づいて目標アノード作動圧（図2における、目標圧力）を算出する。なお、目標アノード作動圧は、燃料電池11の反応効率に応じて設定された所定の圧損、つまり燃料電池11に供給される改質燃料の圧力と、燃料電池11から排出された排出燃料の圧力との差に関する値であり、例えば図4に示すように、燃料電池11から出力される発電電流に対して所定の目標アノード作動圧が設定されている。また、ステップS04において、燃料噴射指令及び発電電流指令に基づいて、排出燃料つまりオフガスの流量を算出する。

【0022】次に、ステップS05において、後述するように、目標アノード作動圧とオフガスの流量に基づいて、圧力及び流量に関する所定のマップを検索することで、排出燃料流量制御部19の小流量バルブ27及び大流量バルブ28のバルブ開度を算出する。また、ステップS06において、後述するように、改質燃料圧力検出器21により検出された改質燃料の圧力P1（図2における、アノード入口部圧力計から出力される実圧力）と、目標アノード作動圧とから、特に、小流量バルブ27のバルブ開度に関するフィードバック係数を算出する。そして、ステップS07において、後述するように、排出燃料の低流量域においては、大流量バルブ28のバルブ開度としてゼロが出力され、小流量バルブ27のバルブ開度としてフィードバック制御により算出された値が出力される。一方、排出燃料の高流量域においては、大流量バルブ28のフィードフォワード制御におけるバルブ開度及び、この大流量バルブ28のバルブ開度を補正するようにしてフィードバック制御により算出された小流量バルブ27のバルブ開度が、バルブ開度指令として出力される。

【0023】以下に、排出燃料流量制御部19の小流量

バルブ27及び大流量バルブ28のバルブ開度を制御する処理について説明する。先ず、図3に示すステップS11において、目標作動圧（例えば、目標アノード作動圧）を算出して、次に、ステップS12において、オフガスの流量Q1（例えば、アノード側における排出燃料の流量Q1）を算出する。

【0024】そして、ステップS13において、目標作動圧及びオフガスの流量Q1に基づいて、流量及び圧力に応じて変化するバルブ開度のマップMAP1から、大流量バルブ28の開度SPLBSをマップ検索する。次に、ステップS14において、大流量バルブ28の開度SPLBSが所定の閾値よりも小さいか否かを判定する。この判定結果が「NO」の場合、つまり排出燃料の高流量域であると判定した場合には、後述するステップS17以下の処理を行う。一方、判定結果が「YES」の場合、つまり排出燃料の低流量域であると判定した場合には、ステップS15に進み、大流量バルブ28のバルブ開度を全閉とする。そして、ステップS16において、目標作動圧及びオフガスの流量Q1に基づいて、流量及び圧力に応じて変化するバルブ開度のマップMAP2から、小流量バルブ27の開度SPSBSをマップ検索して、ステップS18に進む。一方、ステップS17においては、小流量バルブ27の開度を所定開度、例えば最大開度の1/2の開度に設定して、ステップS18に進む。

【0025】ステップS18においては、改質燃料圧力検出器21により検出された改質燃料の圧力P1（実圧）と、目標作動圧とから、バルブ開度に関するフィードバック係数を算出する。そして、ステップS19において、小流量バルブ27のバルブ開度を、例えばPID制御によりフィードバック制御する。なお、マップMAP1は、ステップS17にて設定した小流量バルブ27の所定開度において、大流量バルブ28の圧力流量特性の変化をバルブ開度に応じて示しており、マップMAP2は、大流量バルブ28の全閉状態において、小流量バルブ27の圧力流量特性の変化をバルブ開度に応じて示している。

【0026】すなわち、例えば図5に示すように、排出燃料流量制御部19を通過する排出燃料の流量が所定流量F（図5に示す流量F）に到達するまでの低流量域では、大流量バルブ28のバルブ開度（図5に示す実線L）は全閉とし、小流量バルブ27のバルブ開度（図5に示す破線S）をフィードバック制御によりステップ状に変更して、排出燃料の流量及び背圧つまり燃料電池11側における排出燃料の圧力を調整する。

【0027】一方、所定流量Fを超えた後の高流量域では、大流量バルブ28のバルブ開度（図5に示す実線L）をフィードフォワード制御によりステップ状に変更して、排出燃料の流量及び背圧つまり燃料電池11側における排出燃料の圧力を相対的に大きく変更する。ただ

し、小流量バルブ 27 のバルブ開度を中間開度、例えば最大開度の $1/2$ の開度に設定しておき、大流量バルブ 28 の 1 ステップ毎のバルブ開度の変化に応じて、例えば図 5 に示す領域 α のように、小流量バルブ 27 のバルブ開度を微調整用としてフィードバック制御することによって、精度良く目標アノード作動圧及びオフガスの流量 Q_1 を満たすようにする。すなわち、ステップ状に変化する大流量バルブ 28 の開度 $SPLBS$ をマップ検索する際に、整数値として得られるステップ数に対して、例えば四捨五入等により近似された小数点以下の項は、小流量バルブ 27 の開度調整によって補正される。なお、大流量バルブ 28 をフィードフォワード制御することで、例えば大流量バルブ 28 をフィードバック制御する場合に比べて、外乱による変化が大きくなることを防止することができる。

【0028】上述したように、本実施の形態による燃料電池の制御装置 10 によれば、圧力流量特性が異なる 2 つの小流量バルブ 27 と大流量バルブ 28 とが並列に配置され、大流量バルブ 28 がフィードフォワード制御され、小流量バルブ 27 がフィードバック制御されることで、高い応答性を維持しつつ、高精度の制御を行うことができる。

【0029】なお、上述した本実施の形態においては、圧力流量特性が異なる 2 つの小流量バルブ 27 と大流量バルブ 28 とを、燃料電池 11 から未反応の燃料を排出するための排出燃料の排出口側に並列配置したが、これに限定されず、例えば、図 6 に示す本実施形態の変形例に係る燃料電池の制御装置 30 のように、圧力流量特性が異なる 2 つの小流量バルブ 27 と大流量バルブ 28 とを、燃料電池 11 から未反応の酸化剤を排出するための排出酸化剤の排出口側に並列配置してもよい。以下に、本実施形態の変形例に係る燃料電池の制御装置 30 について、添付図面を参照しながら説明する。図 6 は本実施形態の変形例に係る燃料電池の制御装置 30 の構成、特に酸化剤供給系の構成を詳細に示す構成図であり、図 7 は排出酸化剤流量制御部 34 に対する圧力流量制御の指令を算出する処理を示すフローチャートである。なお、上述した実施の形態に係る燃料電池の制御装置 10 と同一部分には同じ符号を配して説明を省略または略した。

【0030】この燃料電池の制御装置 30 は、酸化剤供給部 17 から燃料電池 11 の空気極へと供給される酸化剤（例えば、酸素を含む空気等）の流量 Q_A を検出する酸化剤流量検出器 31 と、燃料電池 11 の空気極へと供給される酸化剤の圧力 P_A を検出する酸化剤圧力検出器 32 と、燃料電池 11 から排出された排出酸化剤の温度 T_A を検出する排出酸化剤温度検出器 33 と、圧力流量特性が異なる複数、例えば 2 つの小流量バルブ 27 と大流量バルブ 28 とが並列に配置されてなる排出酸化剤流量制御部 34 とを備えて構成されている。

【0031】ここで、制御部 18 には、酸化剤流量検出器 31 にて検出した燃料電池 11 の空気極へ供給される酸化剤の流量 Q_A の信号と、酸化剤圧力検出器 32 にて検出した燃料電池 11 の空気極へ供給される酸化剤の圧力 P_A の信号と、排出酸化剤温度検出器 33 にて検出した燃料電池 11 から排出された排出酸化剤の温度 T_A の信号と、発電電流検出器 24 にて検出され、燃料電池 11 で消費した酸化剤の量に応じて変化する発電電流 I の信号と、目標発電量入力部 29 からの目標発電量の信号とが入力されている。そして、制御部 18 は、後述するように、目標発電量に基づいて空気極の入口側における酸化剤の目標圧力を算出する。

【0032】さらに、制御部 18 は、後述するように、空気極へ供給される酸化剤の流量 Q_A と、燃料電池 11 で消費される酸化剤の量に関連する発電電流 I と、排出酸化剤の温度 T_A とに基づいて、排出酸化剤流量制御部 34 を介して外部に排出するオフガスの流量（つまり排出酸化剤の流量）を算出する。すなわち、発電電流 I に基づいて燃料電池 11 で消費される酸化剤の量を算出し、この酸化剤消費量を、空気極へ供給される酸化剤の流量 Q_A から減算することで排出酸化剤の流量を演算する際に、排出酸化剤の温度 T_A に基づいて温度に関する体積補正を行う。

【0033】排出酸化剤流量制御部 34 は、圧力流量特性が異なる複数、例えば 2 つの小流量バルブ 27 と大流量バルブ 28 とが並列に配置されて構成されている。両バルブ 27、28 は、例えばステッピングモータ等により駆動されて、所定開度のステップ状にバルブ開度を調整可能であり、例えば大流量バルブ 28 の 1 ステップ当たりのバルブ開度は、小流量バルブ 27 の最大バルブ開度よりも小さくなるように設定されている。そして、1 ステップ当たりの弁開度が大きな粗調用圧力流量制御弁（つまり大流量バルブ 28）はフィードフォワード制御し、1 ステップ当たりの弁開度が小さな微調用圧力流量制御弁（つまり小流量バルブ 27）は、例えば PID 制御等のフィードバック制御する。ここで、排出酸化剤の低流量域においては、大流量バルブ 28 は全閉状態とされ、小流量バルブ 27 のみで圧力流量特性が変更される。一方、排出酸化剤の高流量域においては、大流量バルブ 28 のフィードフォワード制御により圧力流量特性が相対的に大きく変更され、さらに、この大流量バルブ 28 による大きな変更を補正するようにして小流量バルブ 27 がフィードバック制御される。

【0034】次に、排出酸化剤流量制御部 34 に対する圧力流量制御の指令を算出する処理について説明する。まず、図 7 に示すステップ S21 において、例えばアクセルペダルの操作量等に応じた目標発電電流値（つまり目標発電量）から、例えば燃料電池 11 の燃料極と空気極との間で必要とされる所定の極間圧力を確保するために必要とされる、空気極の入口部における酸化剤の目標

圧力（図7における、カソード入口部目標圧力）を算出する。また、ステップS22においては、酸化剤流量検出器31により検出された空気極へ供給される酸化剤の流量 Q_A （図7における、カソード入口部流量計から出力される実流量）と、発電電流検出器24により検出された発電電流 I （図7における、電流計から出力される電流）と、排出酸化剤温度検出器33により検出された温度 T_A （図7における、カソード出口部温度計から出力される温度）とに基づいて、オフガス（つまり排出酸化剤）の流量を算出する。

【0035】次に、ステップS23において、カソード入口部目標作動圧とオフガスの流量に基づいて、圧力及び流量に関する所定のマップを検索することで、排出酸化剤流量制御部34の小流量バルブ27及び大流量バルブ28のバルブ開度を算出する。また、ステップS24において、酸化剤圧力検出器32により検出された空気極へと供給される酸化剤の圧力 P_A （図7における、カソード入口部圧力計から出力される実圧力）と、カソード入口部目標作動圧とから、特に、小流量バルブ27のバルブ開度に関するフィードバック係数を算出する。

【0036】そして、ステップS25において、排出酸化剤の低流量域においては、大流量バルブ28のバルブ開度としてゼロが出力され、小流量バルブ27のバルブ開度としてフィードバック制御により算出された値が出力される。一方、排出酸化剤の高流量域においては、大流量バルブ28のフィードフォワード制御におけるバルブ開度及び、この大流量バルブ28のバルブ開度を補正するようにしてフィードバック制御により算出された小流量バルブ27のバルブ開度が、バルブ開度指令として出力される。

【0037】上述したように、本実施形態の変形例による燃料電池の制御装置30によれば、燃料電池11から排出される排出酸化剤に対して、圧力流量特性が異なる2つの小流量バルブ27と大流量バルブ28とが並列に配置され、大流量バルブ28がフィードフォワード制御され、小流量バルブ27がフィードバック制御されることで、高い応答性を維持しつつ、高精度の制御を行うことができる。

【0038】なお、上述した本実施の形態に係る燃料電池の制御装置10および本実施形態の変形例に係る燃料電池の制御装置30においては、燃料電池11から排出される排出燃料または排出酸化剤の何れか一方に対して、圧力流量特性が異なる2つの小流量バルブ27と大流量バルブ28とを並列に配置するとしたが、これに限定されず、燃料電池11から排出される排出燃料および排出酸化剤の両方に対して、それぞれ小流量バルブ27と大流量バルブ28とを並列に配置、つまり燃料電池11に排出燃料流量制御部19および排出酸化剤流量制御部34の両方を備えても良い。

【0039】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1に記載の本発明の燃料電池の制御装置によれば、第1の制御弁をフィードフォワード制御し、第2の制御弁をフィードバック制御することで、低流量域から高流量域に亘る広範な出力範囲の全域で、圧力流量制御の応答性及び精度を向上させることができる。例えば、排出燃料の低流量域においては、第1の制御弁は全閉として、第2の制御弁のみで圧力流量特性を変更することで、応答に対する精度を向上させることができる。一方、排出燃料の高流量域においては、第1の制御弁によって圧力流量特性を相対的に大きく変更して、さらに、第2の制御弁による補正を加えることで、応答性及び応答に対する精度を向上させることができる。

【0040】さらに、請求項2に記載の本発明の燃料電池の制御装置によれば、排出燃料の高流量域においては、第2の制御弁の開度を、その最大開度に対する中間開度程度に設定しておくことで、開度の増加減を調整することができ、1ステップ当たりの開度が大なる第1の制御弁による制御に対して、第2の制御弁による補正を行うことができ、高い応答性を維持しつつ、高精度の制御を行うことができる。さらに、請求項3に記載の本発明の燃料電池の制御装置によれば、燃料電池の低出力側から高出力側に至る広範な流量範囲の全域で、燃料電池のカソード側に供給される空気の圧力流量特性を精度良く制御することができる。さらに、請求項4に記載の本発明の燃料電池の制御装置によれば、燃料電池の低出力側から高出力側に至る広範な流量範囲の全域で、燃料電池のアノード側に供給される改質燃料の圧力流量特性を精度良く制御することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は本発明の一実施形態に係る燃料電池の制御装置の構成図である。

【図2】 図1に示す排出燃料流量制御部に対する圧力流量制御の指令を算出する処理を示すフローチャートである。

【図3】 図1に示す排出燃料流量制御部の小流量バルブと大流量バルブを制御する処理を示すフローチャートである。

【図4】 図1に示す燃料電池から出力される発電電流と、アノード作動圧つまり圧損の変化を示すグラフ図である。

【図5】 図1に示す排出燃料流量制御部を通過する排出燃料の流量と、小流量バルブ及び大流量バルブのバルブ開度との変化を示すグラフ図である。

【図6】 本実施形態の変形例に係る燃料電池の制御装置の構成、特に酸化剤供給系の構成を詳細に示す構成図である。

【図7】 図6に示す排出酸化剤流量制御部に対する圧力流量制御の指令を算出する処理を示すフローチャートである。

【符号の説明】

10 燃料電池の制御装置

11 燃料電池

12 燃料供給部（反応ガス供給手段）

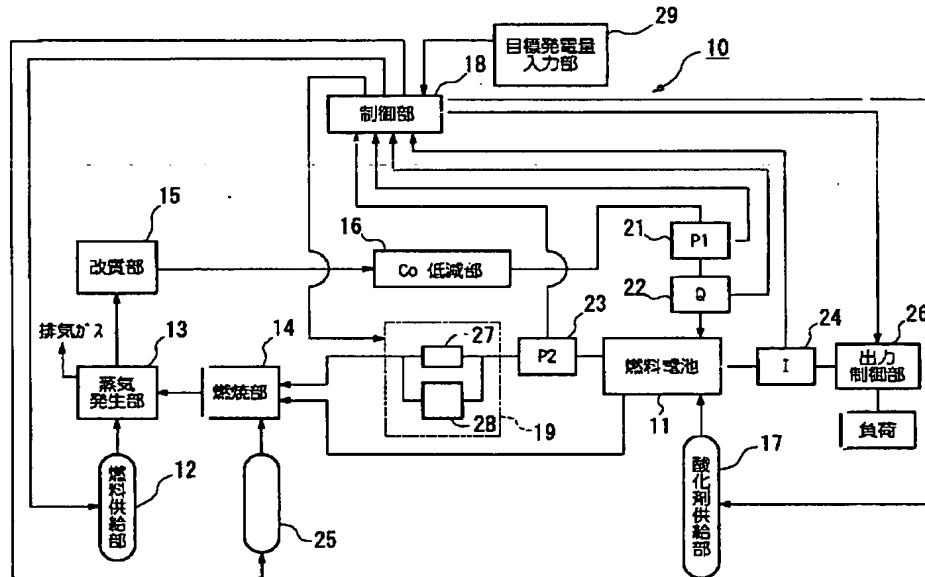
15 改質部（燃料改質手段）

17 酸化剤供給部（反応ガス供給手段）

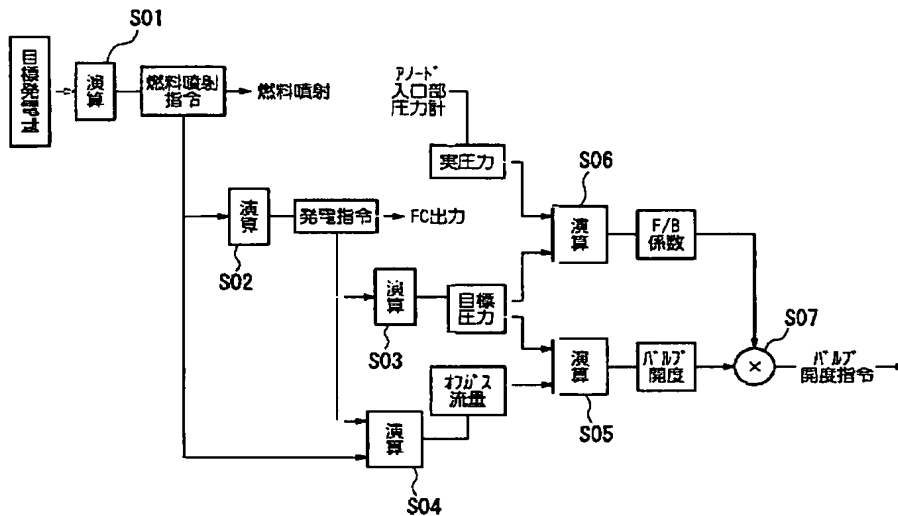
27 小流量バルブ（第2の制御弁）

28 大流量バルブ（第1の制御弁）

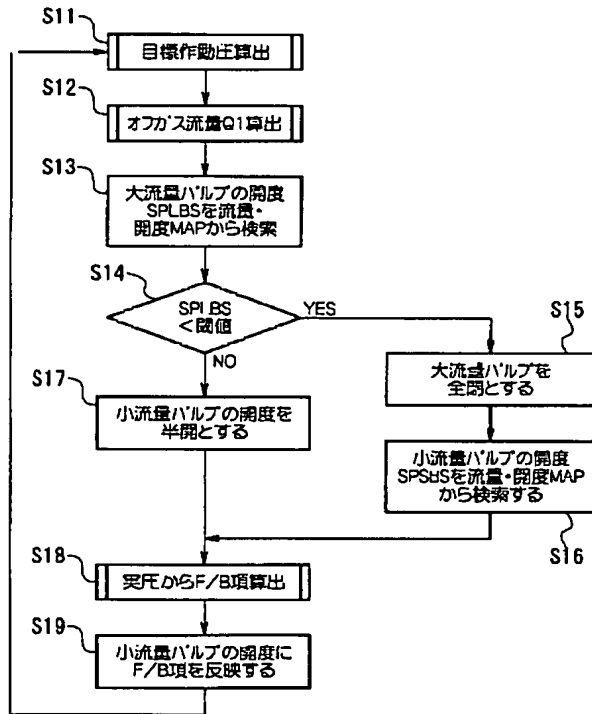
【図1】



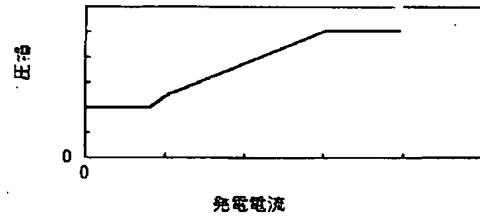
【図2】



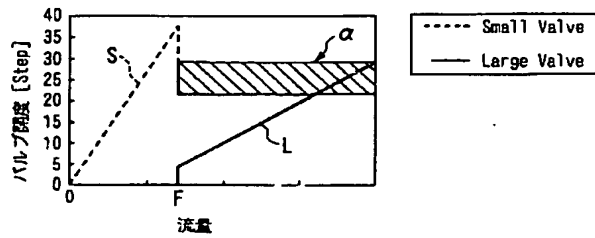
【図3】



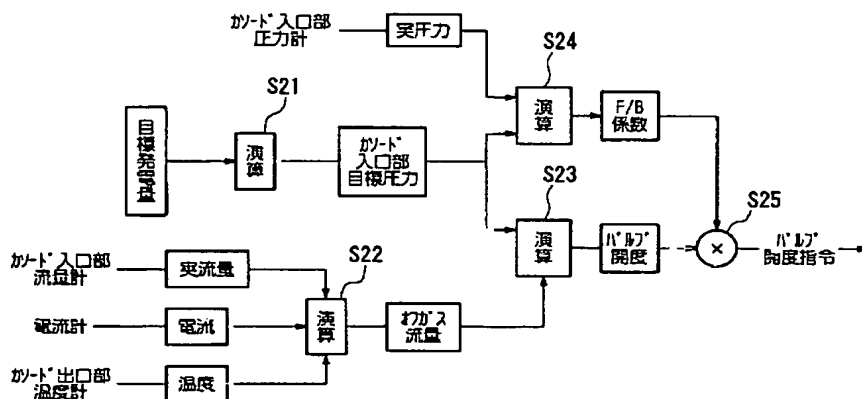
【図4】



【図5】



【図7】



【図6】

